

Uso de Imagens de Radar na Estimativa da Temperatura do Ar

Gustavo Souza Valladares¹
Fábio Ricardo Marin²
Osvaldo Tadatomo Oshiro¹
Júlia Ribeiro Ferreira Gouvêa¹

Embrapa Monitoramento por Satélite¹
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, Pq São Quirino - 13088-300 - Campinas - SP, Brasil
gustavo@cnpm.embrapa.br; osvaldo@cnpm.embrapa.br; julia@cnpm.embrapa.br

Embrapa Informática Agropecuária²
Av. André Tosello, 209, Caixa Postal 6041 Barão Geraldo - 13083-886 – Campinas – SP

Abstract. This paper presents a methodology to estimate the air temperature from a digital elevation model generate by Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). The studies areas are the five regions of Brazil. The results presents good accuracy based in Student test, and the methodology may be used in agricultural zoning and climatic classification.

Palavras-chave: remote sensing, DEM, air temperature, Synthetic Aperture Radar, SRTM, sensoriamento remoto, MDE, temperatura do ar, Radar de Abertura Sintética, SRTM.

1. Introdução

Segundo Marin et al. (2003) a estimativa de temperaturas médias mensais ou anuais do ar a partir de coordenadas geográficas e altitude foi pesquisada por diversos autores. Apesar do grande número de trabalhos, muitos estados brasileiros carecem de informações climatológicas de temperatura do ar, que poderiam ser geradas a partir de equações de estimativas associadas a modelos digitais de elevação (MDE).

Uma opção eficiente na geração de MDE's são os radares de abertura sintética por interferometria (InSAR), capazes de imagear uma mesma cena a partir de duas posições diferentes, produzindo o efeito estereoscópico e o mapeamento topográfico. Em 2000, voando a bordo do Ônibus Espacial Endeavour, a missão "Shuttle Radar Topography Mission" (SRTM) gerou o mais completo dado topográfico global em resolução espacial de 30 metros. Os resultados dessa missão internacional permitiram a disponibilização de um MDE com resolução de 90 m para toda a América do Sul.

O objetivo do presente trabalho é propor um método para a estimativa da temperatura do ar baseado em um MDE construído a partir de dados do radar SRTM.

2. Material e Métodos

Em uma primeira etapa, foram executadas análises de regressão linear múltipla para cada região do país, tendo como variável dependente a temperatura média do ar e como variáveis independentes a latitude, a longitude e a altitude. Foram utilizados 212 pontos amostrais distribuídos nas diferentes regiões do Brasil, com dados de normais climatológicas.

O MDE SRTM foi utilizado para obtenção dos valores médios de altitude e das respectivas coordenadas geográficas para toda a área de estudo.

As imagens SRTM foram mosaicadas em resolução espacial de 90 m, projeção geográfica e datum horizontal WGS-84. O mosaico resultante foi então re-amostrado para uma resolução de 900 m e convertido, com o uso de um aplicativo desenvolvido para essa finalidade, para o formato vetorial (pontos) contendo atributos referentes às coordenadas geográficas e altitude.

O SRTM utilizou dois interferômetros, um na banda C e outro na banda X. Os MDE gerados pela SRTM têm uma boa acurácia, e a vantagem de prover MDE homogêneos. Seu uso na estimativa da temperatura de ar por análise de regressão múltipla tem como variáveis independentes as coordenadas geográficas e a altitude.

Assim, cada ponto passou a representar o centro da grade com resolução espacial de 900 m e a média da altitude. As temperaturas médias foram estimadas através de cálculos em sistema de informação geográfica (ArcGIS), segundo equações de regressão linear múltipla sugeridas por Marin et al (2003) (equações 1, 2, 3, 4 e 5). Utilizando-se o módulo “*Spatial Analyst*” os vetores com dados estimados de temperatura média anual foram interpolados pela função TIN (Grade Regular Triangular), convertidos em formato *raster* e reclassificados. Após a reclassificação foram gerados os mapas da temperatura média anual para as regiões do Brasil.

$$T_{med_S} = 22,9311^{**} + (0,5305^{**} Lat) + (-0,2317 Long) + (-0,0044^{**} Alt) \quad r^2 = 0,80^{**} \quad (1)$$

$$T_{med_{SE}} = 22,5956^{**} + (0,5053^{**} Lat) + (-0,2778 Long) + (-0,0054^{**} Alt) \quad r^2 = 0,92^{**} \quad (2)$$

$$T_{med_{CO}} = 29,8038^{**} + (0,2470^{**} Lat) + (0,0036 Long) + (-0,0038^{**} Alt) \quad r^2 = 0,74^{**} \quad (3)$$

$$T_{med_{NE}} = 23,8153^{**} + (0,1590^{**} Lat) + (0,0994 Long) + (-0,0051^{**} Alt) \quad r^2 = 0,71^{**} \quad (4)$$

$$T_{med_N} = 28,0030^{**} + (0,0095 Lat) + (0,0299 Long) + (-0,0039^{**} Alt) \quad r^2 = 0,52^{**} \quad (5)$$

Onde: T_{med} é a Temperatura média anual do ar em graus Celsius; Lat = latitude em graus decimais; Long = longitude em graus decimais; Alt = altitude em metros; * indica que o coeficiente significativo a 5%; ** representa o coeficiente significativo a 1%.

Segundo Felicísimo (1994) os erros encontrados nos modelos numéricos de terreno (MNT's) são do tipo “atributivos”, isto é, implicam designação incorreta da temperatura média do ar. Esses erros podem aparecer na criação do MNT ou por uma equação de regressão múltipla com baixa confiabilidade. Para detectar esses erros a metodologia utilizada por Felicísimo (1994) foi adaptada para os dados de temperatura, que se baseia no teste de hipótese “t-Student”.

3. Resultados

A Figura 1 apresenta os mapas de temperatura média anual do ar para as diferentes regiões do país. Na Região Sul a amplitude é próxima a 11°C, com valores entre 12,6°C e 23,6°C. A Região Sudeste apresentou a maior variabilidade, com amplitude próxima de 16°C, com valores entre 12 e 28°C. Na Região Centro-Oeste a amplitude é em torno de 8°C, com temperaturas entre 20 e 28°C. Na Região Nordeste a amplitude é em torno de 12°C, com valores entre 16 e 28°C, sendo que as temperaturas inferiores a 18°C no NE ocorrem em pequenas áreas. Na Região Norte é verificada a menor variabilidade, com temperaturas entre 17 e 27°C, porém as temperaturas inferiores a 21°C são de rara ocorrência, sendo estimadas somente para as áreas montanhosas.

Segundo Marin et al. (2003) melhores correlações da temperatura do ar são encontradas com a altitude, pois as equações de regressão múltipla apresentam alta significância. Isto explica o bom resultado encontrado no trabalho, uma vez que o MDE gerado pelos dados do SRTM tem uma boa acurácia e capacidade para captar a variação do relevo na paisagem. Resultados menos confiáveis para as regiões montanhosas da Região Norte são esperados, pois dados existentes de normais climatológicas com maiores cotas para a região estão próximos de 600m ao nível do mar.

Os MNT's da temperatura média anual do ar tiveram um bom ajuste aos dados medidos de temperatura dos postos meteorológicos, pois com base no teste “t-Student” (adaptado de Felicísimo (1994)) a hipótese nula foi aceita, indicando que os desvios entre os dados

medidos e os estimados são pequenos. Trabalhos nessa linha podem ser utilizados como base para classificações climáticas e zoneamentos agroecológicos.

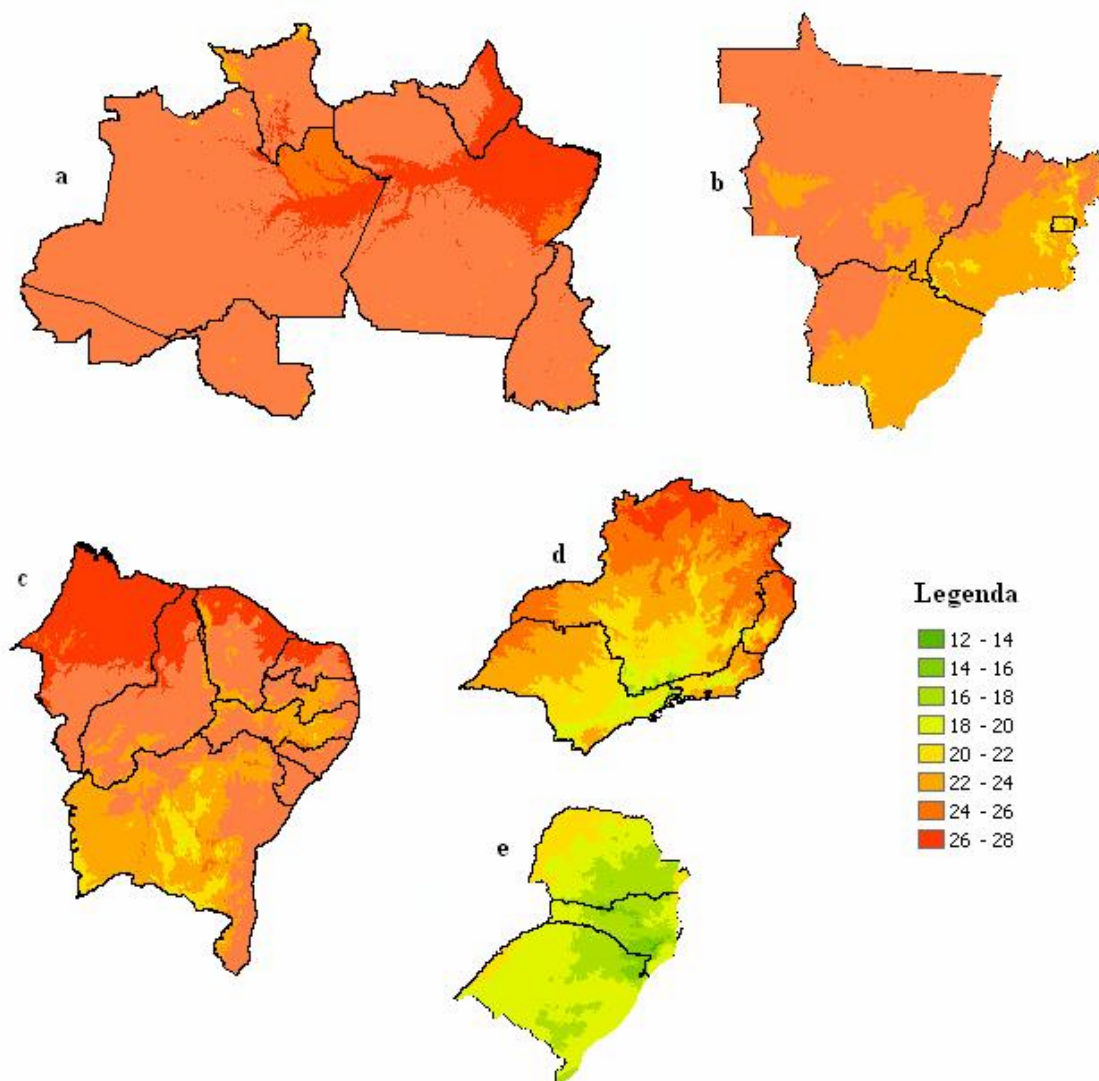


Figura 1. Estimativa da temperatura média anual do ar estimada em °C para as diferentes regiões do Brasil. a) Norte, b) Centro-Oeste, c) Nordeste, d) Sudeste e e) Sul.

Referências

Felicísimo, A. M. Parametric statistical method for error detection in digital elevation models. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 49, n. 4, p. 29-33, 1994.

Marin, F.; Pandorfi, H.; Ferreira, A. S. Estimativas das temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para o Brasil. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: CBA, 2003. p.761-762.